

**PENGARUH ION BESI (Fe) DARI ELEKTROLISIS AIR DAN LIMBAH
TAHU SEBAGAI TAMBAHAN NUTRISI PERTUBUHAN TANAMAN
HIDROPONIK KANGKUNG**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd) dalam Ilmu Biologi**

Oleh:

Nanda Bella Pertiwi

Npm : 1311060222

Jurusan : Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1441H/ 2020 M**

**PENGARUH ION BESI (Fe) DARI ELEKTROLISIS AIR DAN LIMBAH
TAHU SEBAGAI TAMBAHAN NUTRISI PERTUBUHAN TANAMAN
HIDROPONIK KANGKUNG**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana S1 dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
(S.Pd)**

Oleh

**Nanda Bella Pertiwi
NPM. 1311060222**

Jurusan: Pendidikan Biologi

**Pembimbing I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
Pembimbing II: Iip Sugiharta, M.Si**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
1441H/2020**

ABSTRAK

Hidroponik merupakan suatu aktifitas bercocok tanam yang dijalankan dengan menggunakan media air sebagai pengganti tanah, bercocok tanam menggunakan hidroponik dapat memanfaatkan lahan yang sempit seperti pekarangan rumah. Sayuran merupakan tanaman yang sering di terapkan dalam sistem hidroponik salah satunya yaitu kangkung (*Ipomoea reptans poir*), yang dapat ditingkatkan pertumbuhannya menggunakan. Percobaan ini menggunakan limbah cair tahu, pupuk NPK, dan elektrolisis yang dapat langsung diserap oleh tumbuhan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ion elektrolisis, pupuk NPK dan limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik kangkung. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen, penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 4 unit percobaan pada media tanam hidroponik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung. Analisis data menggunakan uji ANOVA satu jalur dan parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, lingkaran batang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan elektrolisis, limbah cair tahu, pupuk NPK memiliki pengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung. Pemberian waktu yang optimal yaitu selama 80 menit memiliki tinggi (27,55 cm), jumlah daun (23,1), lingkaran batang (3,68 cm), semakin lama proses pemberian elektrolisis, limbah cair tahu, dan pupuk NPK maka semakin banyak pula ion besi yang dihasilkan serta semakin banyak pula ion besi yang dapat diserap oleh tanaman.

Kata kunci: Elektrolisis Besi, Hidroponik, Kangkung, Limbah cair Tahu



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131

Telp (0721) 703260

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi : PENGARUH ION BESI (Fe) DARI ELEKTROLISIS AIR
DAN LIMBAH TAHU SEBAGAI TAMBAHAN NUTRISI
PERTUBUHANTANAMAN HIDROPONIK KANGKUNG**

Nama : NANDA BELLA PERTIWI

NPM : 1311060222

Jurusan : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah Dan Keguruan

MENYETUJUI

**Untuk di munaqasyah dan di pertahankan dalam Sidang Munaqasyah
Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung**

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.pd

NIP.19840228 2006 04 1 004

Iip Sugiharta, M.Si

NIP.19750514 200801 1 009

Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si

NIP. 19750514 200801 1 009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame, 1 Bandar Lampung 35131

Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **“PENGARUH ION BESI (Fe) DARI ELEKTROLISIS AIR DAN LIMBAH TAHU SEBAGAI TAMBAHAN NUTRISI PERTUBUHAN TANAMAN HIDROPONIK KANGKUNG”**. Disusun oleh: **NANDA BELLA PERTIWI**, NPM: 1311060222, Program Studi Pendidikan Biologi. Telah diujikan dalam Sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan pada Hari/Tanggal: Senin, 18 Mei 2020.

TIM PENGUJI

Ketua

: Dr. Agus Jatmiko, M.Pd

Sekretaris

: Akbar Handoko, M.Pd

Penguji Utama

: Dwijowati Asih Saputri, M.Si

Pembahas Pendamping I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd

Pembahas Pendamping II : Iip Sugiharta, M.Si

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. Hj. Nirya Diana, M.Pd

NIP. 196408281988032022

MOTTO

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ
وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ
شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ
قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴿٢٥﴾

Artinya: “Sesungguhnya Kami telah mengutus Rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka Al kitab dan neraca (keadilan) supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya Padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha kuat lagi Maha Perkasa.” (al-Hadiid: 25)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobil'alamin, dengan penuh syukur kepada Allah SWT, skripsi ini kupersembahkan kepada:

1. Kedua orang tua ku tercinta Ayahanda Juanda, S.e., dan Ibunda Raudo yang senantiasa memberikan cinta, kasih sayang, semangat, dukungan baik secara moral, materil dan doa yang tiada henti untuk keberhasilan dan kebahagiaanku
2. Kakakku tercinta M.Rivan Marta Hadinata dan Niki Yunistri yang selalu memberi semangat sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.
3. Adikku tercinta Nanda Fitri Razanah yang selalu memberikan dukungan sehingga penulisan skripsi ini berjalan lancar.
4. Almamaterku tercinta UIN Raden Intan Lampung yang telah meneduhkan ku dan menambah wawasan dalam berpikir dan bertindak.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Nanda bella pertiwi lahir di Sidorejo lampung selatan pada tanggal 5 oktober 1994, putri kedua dari tiga bersaudara pasangan bapak juanda dan ibu raudo.

Penulis mengawali pendidikan di Sekolah Dasar Negeri di SD 1 Sidorejo, Kecamatan Sidomulyo ,lulus pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP N I Sidomulyo Kabupaten Lampung Selatan, lulus pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di MAN 1 MODEL Bandar Lampung , lulus pada tahun 2013.

Kemudian pada tahun 2013 penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa program studi pendidikan biologi fakultas tarbiyah dan keguruan UIN Raden Intan Lampung, pada tahun 2016 melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) didesa Tanjung Krajan, Kecamatan Seputih Banyak, Kabupaten Lampung Tengah. Pada tahun 2017 penulis melakukan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di Sekolah Menengah Kejuruan Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta sholawat salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, nabi Muhammad SAW. Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini karena bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd., selaku dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden intan Lampung.
2. Bapak Dr. Eko Kuswanto, M.Si., selaku ketua Prodi Pendidikan Biologi
3. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Iip Sugiharta, M.Si., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan sabar dan penuh ketelitian dalam penyusunan skripsi ini.
5. Kasubag dan segenap TU di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah memberikan pelayanan teknis maupun non teknis sehingga memudahkan jalan tercapainya tujuan penulis.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis, semoga bermanfaat di dunia dan di akhirat.
7. Rekan-rekan satu Kampus, satu Fakultas, satu Jurusan, satu Kelas, satu Angkatan 2013, Nuriyah wahyu ningsih, Tinto dwi nata, Muhammad khairul

anam, Aziz kurniawan, Habiburahman, Dewi Setiowati, Erma F, Diyah A, Adit, Dwi A, Husnita, Lidia, Sartika, Erni, Heni.

8. Lebih dari sekedar sahabat Anggi Febrian, Lisa Fatmasari, S.Pd., Lusita Ramadhany, S.pd., Agustina Mutiarasari, S.Pd., Tri wulandari, S.Pd., Yulia Safitri.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, Semoga Allah SWT membalas dengan kebaikan dan pahala disisiNya, Amin Ya Robbalalamin.

Bandar Lampung, Oktober 2019

NANDA BELLA PERTIWI
NPM.1311060222

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Pembatasan Masalah	7
C. Rumusan Masalah	7
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Pustaka	9
1. Hidroponik	9
2. System Hidroponik	15
3. Kelebihan Dan Kekurangan System Hidroponik.....	18
4. Limbah	24
5. Deskripsi Tanaman Kangkung	22
6. Unsur Unsur Esensial Tanaman	28
7. Penyerapan Besi Oleh Tanaman	34
8. Elektrolisis	43
B. Kerangka Berpikir.....	43

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	44
B. Jenis penelitian.....	44
C. Alat dan bahan	46
D. Cara kerja	45
1. Tahap persiapan	45
2. Tahap pelaksanaan percobaan.....	45
3. Tahap pengambilan data	47
E. Variabel pengamatan.....	46
F. Analisa data	46

BAB IV HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Umum.....	49
B. Tinggi Tanaman	50
C. Lingkar Batang.....	55
D. Banyak Daun.....	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

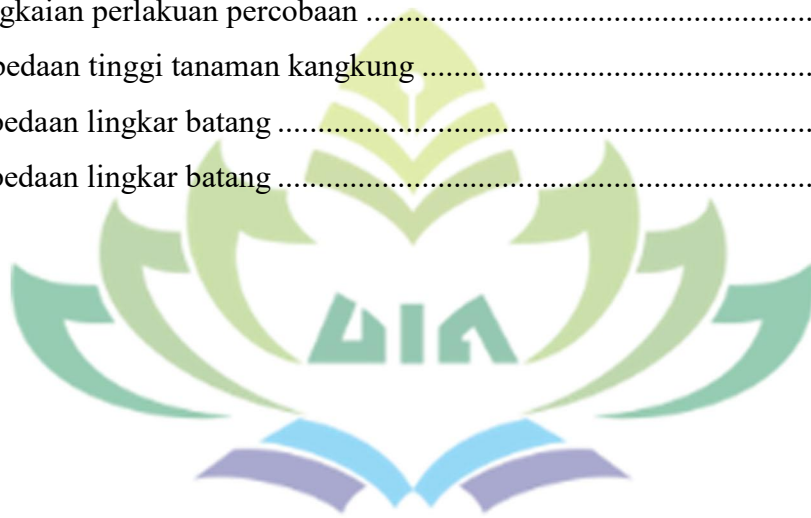
A. Kesimpulan	58
B. Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

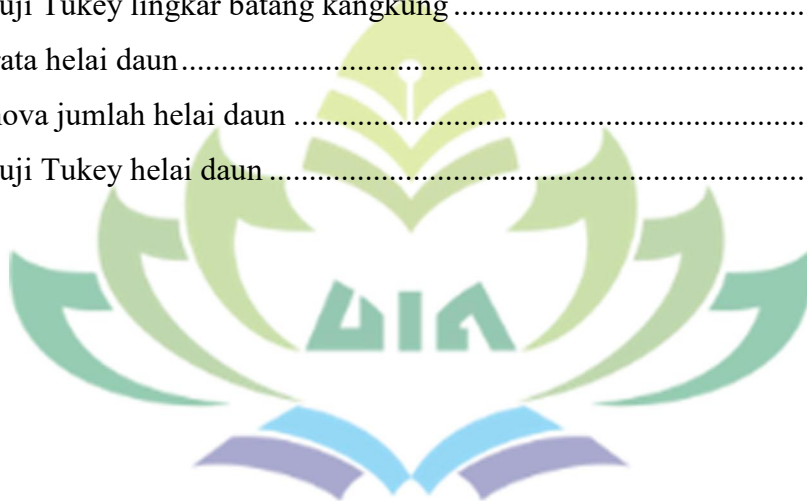
DAFTAR GAMBAR

1. Sistem rakit apung.....	14
2. Wick system.....	15
3. Drip system	15
4. Sistem aeroponik.....	16
5. Nutrient Film Technique	17
6. Kangkung darat	24
7. Kangkung air.....	25
8. Akar kangkung darat.....	26
9. Batang kangkung.....	27
10. Daun Kangkung	27
11. Bunga kangkung	28
12. Rangkaian perlakuan percobaan	49
13. Perbedaan tinggi tanaman kangkung	55
14. perbedaan lingkaran batang	62
15. perbedaan lingkaran batang	70



DAFTAR TABEL

1. unsur -unsur dalam 100 ml limbah cair tahu.....	22
2. 16 unsur hara esensial tumbuhan.	29
3. Penggolongan Unsur Hara Tanaman.	31
4. Rata-Rata Tinggi Tanaman Kangkung.....	51
5. uji anova tinggi tanaman kangkung	52
6. hasil uji <i>Tukey</i> tinggi tanaman kangkung.....	26
7. Rata-rata lingkaran batang Kangkung	58
8. Uji anova lingkaran batang kangkung	59
9. Hasil uji <i>Tukey</i> lingkaran batang kangkung	60
10. Rata rata helai daun.....	63
11. Uji anova jumlah helai daun	64
12. Hasil uji <i>Tukey</i> helai daun	65



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran Gambar	73
--------------------------	----



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Makanan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia, karena seluruh masyarakat tanpa terkecuali merupakan konsumen pangan. Berbagai hasil olahan pangan dari industri-industri rumahan seperti tempe, tahu, oncom, kecap, tauco dan masih banyak lagi, tak jarang limbah yang dihasilkan dari industri tersebut dapat mencemari lingkungan sekitar contohnya limbah cair tahu yang tidak dimanfaatkan dan dialirkan begitu saja ke selokan atau parit dapat menimbulkan bau yang tidak sedap di lingkungan tersebut.

Selama proses pembuatan tahu menghasilkan sisa air dari air penggumpalan tahu yang mana air tersebutlah yang menjadi limbah. Pada proses dilakukannya pengendapan tidak semua mengendap, sehingga sisa protein yang tidak tergumpal dan zat-zat lain yang larut dalam air akan terdapat dalam limbah cair tahu yang dihasilkan. Saat ini rata-rata usaha produksi tahu masih dilakukan dengan teknologi yang sederhana, sehingga tingkat efisiensi sumberdaya air dan bahan baku masih rendah dan tingkat produksi limbahnya relatif tinggi. Adanya senyawa-senyawa organik pada limbah cair tahu menyebabkan limbah cair industri tahu rata-rata mengandung Biological Oxygen Demand (BOD) 4583 mg/liter, Chemical Oxygen Demand (COD) 7050 mg/liter dan Total Solid

Suspension (TSS) 4743 mg/liter dan minyak atau lemak 26 mg/liter yang tinggi (Tay, 1990; BPPT, 1997) yang apabila dibuang ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran.¹

Sumber daya manusia yang terlibat dalam usaha produksi tahu ini pada umumnya bertaraf pendidikan relatif rendah sehingga belum banyak yang mengetahui cara untuk melakukan pengolahan limbah dari usaha tersebut. Banyaknya limbah yang tercemar di lingkungan ini dikarenakan meningkatnya pertumbuhan penduduk serta meningkatnya kebutuhan pangan. Tidak hanya hasil olahan pangan seperti tahu, tempe, kebutuhan sayuran juga sangat penting untuk dipenuhi.

Indonesia merupakan negara agraris yang mengutamakan hasil pertanian sebagai sumber penghasilan terbesarnya. Hasil pertanian Indonesia digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia maupun untuk memenuhi target ekspor. Hasil produksi yang paling utama untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat Indonesia adalah hasil produksi pangan. Seiring perkembangan zaman dan diikuti pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat diiringi pula dengan meningkatnya kebutuhan pangan termasuk sayuran, akan tetapi banyaknya lahan terbuka yang berubah menjadi pemukiman penduduk, perkantoran, dan pabrik-pabrik industri menyebabkan sulitnya mendapatkan lahan subur untuk bercocok tanam. Sebagai solusi agar masyarakat dapat memproduksi tanaman sayuran, buah, dan tanaman hias tanpa menggunakan tanah dengan menggunakan metode hidroponik.

¹ Kemas rhiduan, Pengolahan Limbah Cair Tahu Sebagai Energi Alternatif Biogas yang ramah lingkungan. *Jurnal teknik*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Univ. Muh Metro. 2010

Hidroponik merupakan metode bercocok tanam dengan menggunakan media tanam selain tanah, seperti batu apung, kerikil, pasir, sabut kelapa, potongan kayu atau busa. Hal tersebut dilakukan karena fungsi tanah sebagai pendukung akar tanaman dan perantara larutan nutrisi dapat digantikan dengan mengalirkan atau menambah nutrisi, air dan oksigen melalui media tersebut.² Nutrisi sangat penting untuk keberhasilan dalam menanam secara hidroponik, karena tanpa nutrisi tertentu saja tidak bisa menanam secara hidroponik. Nutrisi merupakan hara makro dan mikro yang harus ada untuk pertumbuhan tanaman. Setiap jenis nutrisi memiliki komposisi yang berbeda-beda.³ Banyak alasan mengapa budidaya tanaman secara hidroponik ini dilakukan, selain sebagai hobi tersendiri, juga dapat mencegah timbulnya berbagai macam hama yang seringkali merusak tanaman dan menjadi layu. Makanan atau nutrisi yang diperlukan dilarutkan dalam air, sehingga dapat diperhitungkan dan diatur konsentrasi pupuk yang digunakan dengan cermat sebanyak yang diperlukan saja.


Media tanam yang digunakan dalam hidroponik tidak mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Penambahan nutrisi mutlak dibutuhkan untuk budidaya tanaman sistem hidroponik, baik unsur hara esensial makro maupun mikro. Nutrisi hidroponik dapat tersedia di pasaran yang dapat langsung digunakan dan yang biasa petani gunakan untuk pemupukan tanaman. Larutan nutrisi yang diberikan terdiri atas garam-garam makro dan mikro yang dibuat dalam larutan stok A dan B.

² Ida Syamsu, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan System Hidroponik" jurnal universitas tulungagung, 1.2(2014), 43

³Fitriani Hamli et.all, "Respon Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Brassica juncea* L) Secara Hidroponik Terhadap Komposisi Media Tanam Dan Konsetrasi Pupuk Media Cair", e-jurnal agrotekbis, 3.3 (2015), 290-296

Tanaman yang sering di tanam sistem hidroponik adalah tanaman sayur, karena batang sayur-sayuran tidak terlalu besar dan berat. Hidroponik selain memberi manfaat produktif, juga bisa diletakkan di teras untuk hiasan karena secara visual terlihat indah. Sayuran merupakan sumber makanan yang menyediakan nutrisi lengkap untuk kepentingan tubuh.

Dalam Al-Quran surat Asy Syu'araa ayat 7 Allah berfirman:


 أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya:

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?” (QS.Asy Syu’araa’(26):7)

Berdasarkan tafsir quraish shihab menjelaskan bahwa kandungan ayat tersebut Allah SWT mengingatkan kepada kita untuk berfikir menggali ilmu pengetahuan karena segala yang diciptakan oleh Allah SWT akan bermanfaat bagi kita dan banyak sekali berbagai macam tumbuhan yang diciptakanNya⁴.

Salah satunya adalah sayuran kangkung. Kangkung merupakan tanaman yang relatif tahan kekeringan dan memiliki daya adaptasi luas terhadap berbagai keadaan lingkungan tumbuhan, mudah pemeliharaannya, dan memiliki masa panen yang pendek. Umumnya tanaman kangkung darat hanya ditanam dilahan pekarangan dan sebagian kecil yang ditanam secara intensif dilahan kering, sehingga optimalisasi produksi kangkung masih kurang. Kangkung memiliki

⁴ Quraish. Shihab. Tafsir Al-Qur'an., (On-Line), tersedia di: <http://tafsirq.com/6-Asy-Syu'araa'/ayat-7>. 2015

kandungan gizi yang lengkap, diantaranya protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, zat besi, natrium, kalium, vitamin A, B, C, dan karoten⁵.

Berdasarkan tempat hidupnya kangkung terdiri dari kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk), dan kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir).⁶ Pertumbuhan kangkung dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan kangkung salah satunya yaitu kandungan unsur hara dalam tanaman kangkung tersebut. Unsur hara makro harus terpenuhi oleh tumbuhan dan juga unsur hara mikropun menjadi hal yang perlu diperhatikan kebutuhannya oleh tanaman. Salah satu mineral mikro yang penting bagi tumbuhan adalah zat besi. Unsur hara besi berfungsi dalam membantu berjalannya proses fotosintesis yang erat hubungannya dengan kandungan klorofil.⁷

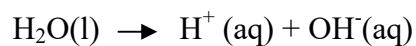
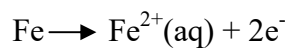
Dari pemaparan diatas dapat dilihat bahwa terdapat permasalahan yaitu pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah tahu yang dialirkan begitu saja ke selokan serta penyempitan lahan terbuka. Dari permasalahan tersebut peneliti berinisiatif untuk melakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah tahu yang akan digunakan sebagai tambahan nutrisi pada tanaman hidroponik kangkung, serta dengan menambahkan ion besi yang didapat dari elektrolisis air. Didukung dari penelitian sebelumnya yaitu pengaruh metode elektrolisis terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung pada tahun 2017 di Bandar Lampung menyebutkan bahwa elektrolisis menggunakan tegangan 6 volt

⁵ Anna Laksanawati H. Dibyantoro, *Rampai - Rampai Kangkung*. (Balai Penelitian Tanaman Sayuran Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hortikultura Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian, Bandung, 1996), h.2-3

⁶ Syafri Edi dan Julistia Bobihoe, *Budidaya Tanaman Sayuran*, (Jambi: Balai Pengkaji Teknologi Pertanian, 2010), h.8

⁷ Novi Dianawati, "Penentuan Kadar Besi Selama Fase Pematangan Padi Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis", *Jurnal SAINSDAN SENI ITS*, 4.2 (2015), 35–38., h. 35–38.

optimum dalam meningkatkan tinggi tanaman, banyak daun, lingkaran batang, warna daun, berat basah tanaman dan berat kering tanaman.⁸ Elektrolisis menghasilkan Fe^{2+} dimana reaksi kimianya yaitu:



Besi diambil tanaman dalam bentuk ion ferri (Fe^{3+}) atau ferro (Fe^{2+}). Besi didalam tanah diserap oleh tanaman dalam bentuk $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ dan Fe-khelat. Peran utama besi yaitu mensintesis klorofil dan enzim-enzim yang berfungsi dalam sistem transfer elektron.⁹ Besi diambil tanaman pada dasarnya dalam bentuk Fe^{2+} dari alam, namun besi di alam tersedia dalam bentuk Fe^{3+} .¹⁰ Oleh karena itu ion Fe^{3+} harus mengalami proses reduksi menjadi Fe^{2+} agar dapat diserap oleh tanaman.

Air merupakan elektrolit sangat lemah, yang dapat mengalami ionisasi menjadi ion H^{+} dan OH^{-} , sehingga memungkinkan untuk dielektrolisis menjadi gas-gas H_2 dan O_2 . Gas H_2 dihasilkan pada katoda karena pada katoda terjadi reaksi reduksi ion H^{+} , sedangkan gas O_2 dihasilkan pada anoda, karena terjadi reaksi oksidasi OH^{-} . Bila yang digunakan adalah elektroda bersifat reaktif, maka akan terjadi oksidasi pada anoda sehingga larut dalam larutan. Dalam hal ini elektroda besi bersifat reaktif sehingga mengalami oksidasi. Tanaman membutuhkan unsur Fe dalam bentuk ion Fe^{2+} yang sudah bisa langsung diserap

⁸ Apriyani Eka Putri, "Pengaruh metode elektrolisis terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung".(Skripsi Program Sarjana pendidikan Biologi UIN Raden Intan, Lampung, 2017), h.74

⁹ Kemas Ali Hanafiah, *Dasar-dasar Ilmu Tanah* (Jakarta: Rajawali Pers, 2009).

¹⁰ Yosep Tempomona, Johnly A Rorong, dan Audy D Wuntu, —Fotoreduksi Besi Fe^{3+} + Menggunakan Ekstrak Limbah Daun, Kulit, dan Cangkang Biji Pala (*Myristica fragrans*) ,|| Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE, 4.1 (2015), 46–50.

oleh tanaman sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik¹¹. Berdasarkan dari hasil penelitian tersebut maka, dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh ion besi dari elektrolisis air dan limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik kangkung

B. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, agar masalah tidak meluas perlu dibatasi sebagai berikut:

1. Jenis tanaman yang digunakan adalah kangkung darat
2. Pengaruh ion besi dari elektrolisis air menggunakan katoda dan anoda besi serta limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman kangkung
3. Teknik penanaman yang digunakan yaitu system hidroponik NFT

C. Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan yang akan menjadi fokus kajian dalam penelitian ini adalah apakah pengaruh ion besi dari elektrolisis air dan limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik kangkung?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ion besi dari elektrolisis air dan limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik kangkung.

¹¹ Ida Syamsu, *Op. Cit* h.5.

E. Manfaat Penelitian.

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, maka manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti

Hasil penelitian ini dapat menambah wawasan dalam ilmu biologi dan sebagai sumber data dalam menyusun skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana

2. Bagi bidang pendidikan

Hasil penelitian ini dapat dijadikan masukkan pentingnya memberikan pengertian tentang pemanfaatan limbah yang dapat dimasukkan kedalam kurikulum

3. Bagi petani kangkung

Diharapkan dapat memberikan manfaat dalam hal penggunaan teknik budidaya hidroponik dengan menggunakan nutrisi tambahan berupa limbah cair tahu dan metode elektrolisis untuk peningkatan produksi tanaman.

4. Bagi masyarakat perkotaan

Diharapkan mampu memberikan keuntungan dari segi ekologis dan solusi dari sulitnya memperoleh lahan untuk menanam, sehingga masyarakat pun dapat memenuhi sendiri kebutuhan akan gizi.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Hidroponik

Istilah hidroponik yang berasal dari bahasa Latin yang berarti hydro (air) dan ponos (kerja). Istilah hidroponik pertama kali dikemukakan oleh W.F. Gericke dari University of California pada awal tahun 1930-an, yang melakukan percobaan hara tanaman dalam skala komersial yang selanjutnya disebut nutrikultur atau hydroponics. Selanjutnya hidroponik didefinisikan secara ilmiah sebagai suatu cara budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, akan tetapi menggunakan media inert seperti gravel, pasir, peat, vermikulit, pumice atau sawdust, yang diberikan larutan hara yang mengandung semua elemen esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan normal tanaman.¹

Menurut Savage, hidroponik berdasarkan sistem irigasinya dikelompokkan menjadi dua sistem, pertama Sistem terbuka dimana larutan hara tidak digunakan kembali, misalnya pada hidroponik dengan penggunaan irigasi tetes drip irrigation atau trickle irrigation, kedua Sistem tertutup, dimana larutan hara dimanfaatkan kembali dengan cara resirkulasi. Sedangkan berdasarkan penggunaan media atau substrat dapat dikelompokkan menjadi Substrate System dan Bare Root System.²

¹ Anas D susila, Modul *Dasar Dasar Hortikultura* (Bogor: IPB, 2013). H.2

² *Ibid.* h.2-5

Pengelompokan dua sistem tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Substrate System

Substrate system atau sistem substrat adalah sistem hidroponik yang menggunakan media tanam untuk membantu pertumbuhan tanaman. Sistem ini meliputi:

1. Sand Culture Biasa juga disebut Sandponics adalah budidaya tanaman dalam media pasir. Produksi budidaya tanaman tanpa tanah secara komersial pertama kali dilakukan dengan menggunakan bedengan pasir yang dipasang pipa irigasi tetes. Saat ini „Sand Culture’ dikembangkan menjadi teknologi yang lebih menarik, terutama di negara yang memiliki padang pasir. Teknologi ini dibuat dengan membangun sistem drainase dilantai rumah kaca, kemudian ditutup dengan pasir yang akhirnya menjadi media tanam yang permanen. Selanjutnya tanaman ditanam langsung dipasir tanpa menggunakan wadah, dan secara individual diberi irigasi tetes.
2. Gravel Culture Gravel Culture adalah budidaya tanaman secara hidroponik menggunakan gravel sebagai media pendukung sistem perakaran tanaman. Metode ini sangat populer sebelum perang dunia ke 2. Kolam memanjang sebagai bedengan diisi dengan batu gravel, secara periodik diisi dengan larutan hara yang dapat digunakan kembali, atau menggunakan irigasi tetes. Tanaman ditanam di atas gravel mendapatkan hara dari larutan yang diberikan. Walaupun saat ini

sistem ini masih digunakan, akan tetapi sudah mulai diganti dengan sistem yang lebih murah dan lebih efisien.

3. Rockwool adalah nama komersial media tanaman utama yang telah dikembangkan dalam sistem budidaya tanaman tanpa tanah. Bahan ini berasal dari bahan batu Basalt yang bersifat Inert yang dipanaskan sampai mencair, kemudian cairan tersebut di spin (diputar) seperti membuat aroanis sehingga menjadi benang-benang yang kemudian dipadatkan seperti kain *wool* yang terbuat dari *rock*. Rockwool biasanya dibungkus dengan plastik. Rockwool ini juga populer dalam sistem Bag culture sebagai media tanam. Rockwool juga banyak dimanfaatkan untuk produksi bibit tanaman sayuran dan dan tanaman hias.
4. Bag Culture Bag culture adalah budidaya tanaman tanpa tanah menggunakan kantong plastik (polybag) yang diisi dengan media tanam. Berbagai media tanam dapat dipakai seperti : serbuk gergaji, kulit kayu, vermikulit, perlit, dan arang sekam. Irigasi tetes biasanya digunakan dalam sistem ini. Sistem bag culture ini disarankan digunakan bagi pemula dalam mempelajari teknologi hidroponik, sebab sistem ini tidak beresiko tinggi dalam budidaya tanaman.³

b. Bare Root System

Bare Root system atau sistem akar telanjang adalah sistem hidroponik yang tidak menggunakan media tanam untuk membantu pertumbuhan tanaman,

³ *Ibid.* h.2-5

meskipun block rockwool biasanya dipakai diawal pertanaman. Sitem ini meliputi:

1. Dee Flowing System adalah sistem hidroponik tanpa media, berupa kolam atau kontainer yang panjang dan dangkal diisi dengan larutan hara dan diberi aerasi. Pada sistem ini tanaman ditanam diatas panel tray (flat tray) yang terbuat dari bahan sterofoam mengapung di atas kolam dan perakaran berkembang di dalam larutan hara.
2. Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) adalah hasil modifikasi dari Deep Flowing System yang dikembangkan di Bagian Produksi Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor. Perbedaan utama adalah dalam THST tidak digunakan aerator, sehingga teknologi ini reltif lebih efisien dalam penggunaan energi listrik. Pembahasan detail dari THST disajikan dalam sub bab Kultur Air.
3. Aeroponics adalah sistem hidroponik tanpa media tanam, namun menggunakan kabut larutan hara yang kaya oksigen dan disemprotkan pada zona perakaran tanaman. Perakaran tanaman diletakkan menggantung di udara dalam kondisi gelap, dan secara periodik disemprotkan larutan hara. Teknologi ini memerlukan ketergantungan terhadap ketersediaan energi listrik yang lebih besar.
4. Nutrient Film technics adalah sistem hidroponik tanpa media tanam. Tanaman ditanam dalam sikrulasi hara tipis pada talang-talang yang memanjang. Persemaian biasanya dilakukan di atas blok rockwool

yang dibungkus plastik. Sistem NFT pertama kali diperkenalkan oleh peneliti bernama Dr. Allen Cooper. Sirkulasi larutan hara diperlukan dalam teknologi ini dalam periode waktu tertentu. Hal ini dapat memisahkan komponen lingkungan perakaran yang 'aqueous' dan 'gaseous' yang dapat meningkatkan serapan hara tanaman.

5. Ein-Gedi System disebut juga Mixed system adalah teknologi hidroponik yang menggabungkan aeroponics dan deep flow technics. Bagian atas perakaran tanaman terbenam pada kabut hara yang disemprotkan, sedangkan bagian bawah perakaran terendam dalam larutan hara. Sistem ini lebih aman dari pada aeroponics sebab bila terjadi listrik padam tanaman masih bisa mendapatkan hara dari larutan hara di bawah area kabut.⁴

2. Sistem Hidroponik

Terdapat beberapa jenis sistem hidroponik yang saat ini banyak diaplikasikan, baik untuk hobi ataupun skala usaha. Sistem hidroponik dapat dibedakan menjadi sistem statis (tanpa adanya aliran nutrisi) dan sistem dinamis (terdapat aliran nutrisi). Berikut penjabaran beberapa jenis sistem hidroponik tersebut.

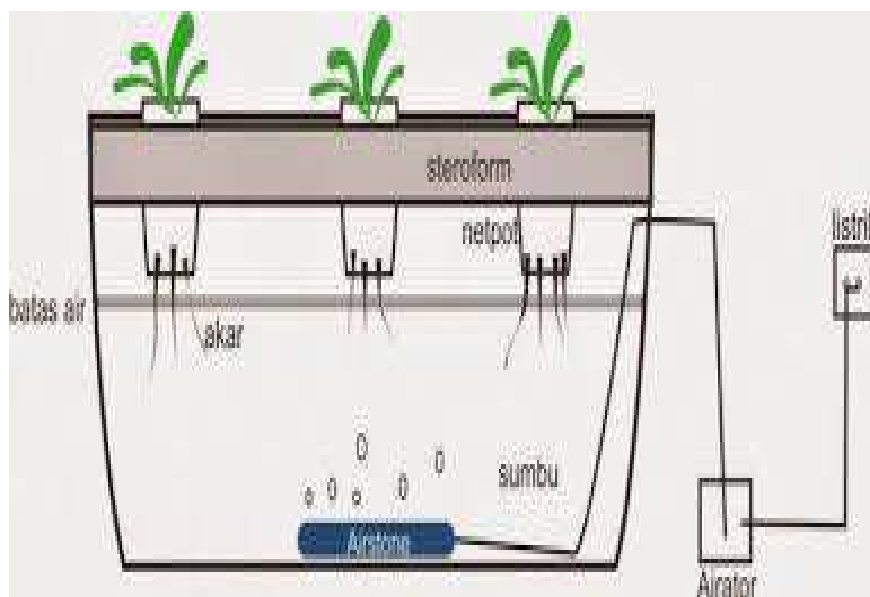
a. Sistem hidroponik statis

1) Sistem rakit apung

Hidroponik rakit apung atau yang disebut dengan water culture merupakan

⁴ Ibid, h.5

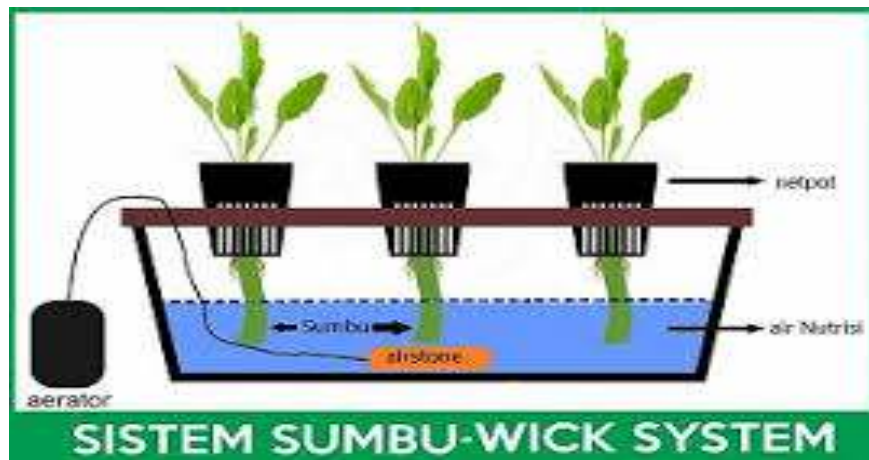
sistem hidroponik yang sederhana. Sesuai namanya, rakit apung menempatkan tanaman terapung diatas cairan nutrisi sehingga akar tanaman dapat terus mendapatkan nutrisi. Agar kadar oksigen dalam larutan senantiasa terjaga dan dapat tumbuh dengan baik, di dalam larutan nutrisi dapat diletakkan aerator yang biasa digunakan untuk menghasilkan gelembung udara pada akuarium.



Gambar 2.1 sistem rakit apung

2). Sistem sumbu (Wicks System)

Sistem sumbu merupakan sistem hidroponik yang pasif karena kondisi larutan nutrisinya diam di dalam wadah bak penampung nutrisi. Akar tanaman menyerap nutrisi dibantu dengan sumbu yang menjuntai hingga menyentuh larutan nutrisi.

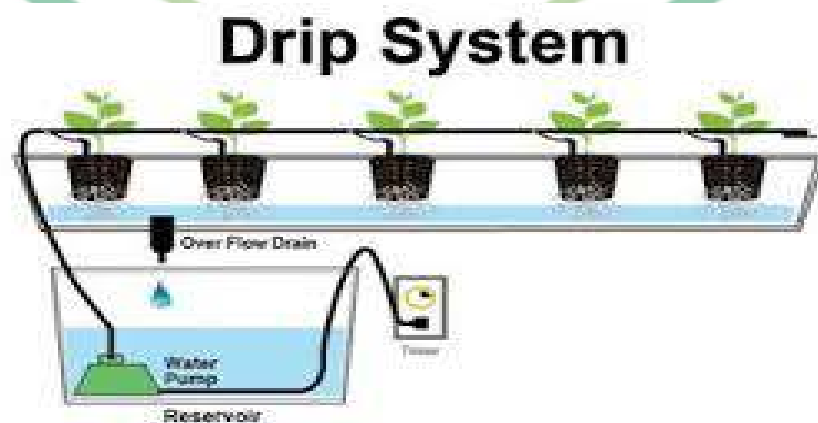


Gambar 2.2 wick system

b. Sistem hidroponik dinamis

1. Sistem drip

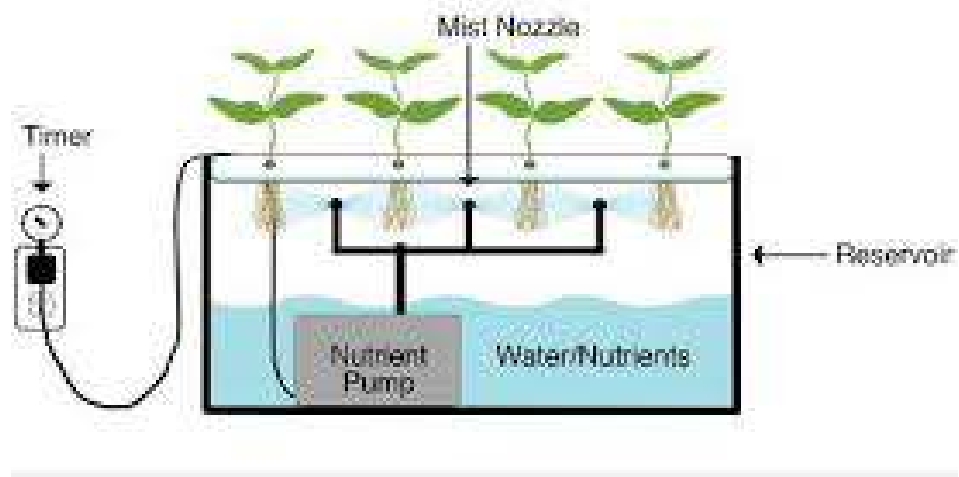
Sistem hidroponik ini dijalankan dengan cara meneteskan larutan nutrisi secara berkala ke dalam media tanam sehingga akar dapat menyerap nutrisi. Drip system biasanya diaplikasikan pada tanaman sayuran buah seperti cabai, tomat, melon dan lainnya.



Gambar 2.3 drip system

2. Aeroponik

Sistem hidroponik ini terbilang paling canggih dan memerlukan peralatan serta instalasi yang lebih kompleks dibandingkan sistem hidroponik yang lain. Aeroponik umumnya digunakan oleh pelaku hidroponik skala usaha. Aeroponik bekerja dengan cara menyemprotkan nutrisi dalam bentuk kabut langsung ke akar tanaman. Posisi akar tanaman ini tergantung di udara.

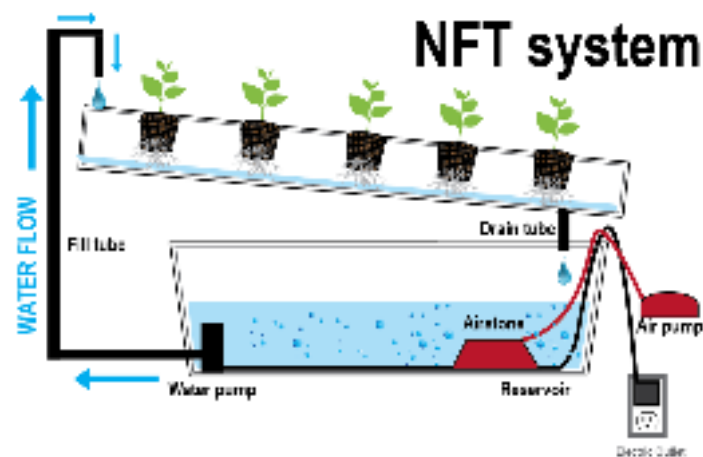


Gambar 2.4 sistem Aeroponik

3. NFT (Nutrient Film Technique)

NFT merupakan salah satu sistem hidroponik yang banyak digunakan oleh pelaku hidroponik skala usaha. Sistem NFT dijalankan dengan cara mengalirkan nutrisi dalam talang-talang air dengan kedalaman aliran nutrisi yang tipis. Nutrisi dialirkan terus menerus selama 24 jam karena

prinsip NFT adalah tidak adanya genangan nutrisi sehingga apabila aliran air (mesin pemompa air) dimatikan maka talang akan segera kering dan tanaman tidak mendapatkan nutrisi. Kelebihan dari sistem NFT adalah nutrisi yang terus mengalir sehingga kadar oksigen dalam larutan nutrisi stabil dan nutrisi terserap sempurna oleh akar tanaman. Kelemahannya apabila mati listrik cukup lama dapat mengakibatkan gangguan pada pertumbuhan tanaman. Karenanya, apabila menerapkan sistem ini untuk skala usaha ada baiknya melengkapi peralatan dengan genset terutama di daerah yang sering mati listrik dalam waktu cukup lama. Peralatan yang digunakan untuk sistem NFT antara lain instalasi rak talang air sebagai tempat aliran nutrisi dan tempat meletakkan bibit, dan pompa air. Berbagai jenis sayuran daun seperti kangkung, kangkung, selada, dan seledri dapat dibudidayakan secara NFT.



Gambar 2.5 sistem NFT (Nutrient Film Technique)

4. Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hidroponik

Beberapa kelebihan dan kekurangan sistem hidroponik dibandingkan dengan pertanian konvensional yaitu :

a. Kelebihan sistem hidroponik antara lain:

1. Penggunaan lahan lebih efisien
2. Tanaman berproduksi tanpa menggunakan tanah
3. Kuantitas dan kualitas produksi lebih tinggi dan lebih bersih
4. Penggunaan pupuk dan air lebih efisien
5. Pengendalian hama dan penyakit lebih mudah

b. Kekurangan sistem hidroponik antara lain:

1. Membutuhkan modal yang besar
2. Pada kultur substrat, kapasitas memegang air media substrat lebih kecil dari pada media tanah sehingga akan menyebabkan pelayuan tanaman yang cepat dan stres yang serius.

Di Indonesia, hidroponik yang berkembang pertama kali yaitu hidroponik substrat, setelah hidroponik substrat, hidroponik NFT (Nutrien Film Technique) mulai dikenal di Indonesia, kemudian berkembang pula hidroponik aeroponik yang memberdayakan udara. Hidroponik Subtrat. Sistem hidroponik subtrat tidak menggunakan air sebagai media, tetapi menggunakan media padat (bukan tanah) yang dapat menyerap atau menyediakan nutrisi, air, dan oksigen serta mendukung akar tanaman seperti halnya fungsi tanah. Bahan-bahan yang bisa digunakan sebagai media tanam pada hidroponik metode subtrat adalah arang sekam, pasir, kerikil, batu apung, cocopeat, rockwool, dan spons.

Media-media tersebut harus steril, bisa menyimpan air sementara, porous, dan bebas dari unsur hara. Media tersebut berfungsi sebagai tempat menyimpan air nutrisi sementara dan tempat tersebut berfungsi sebagai tempat berpijak akar. Sistem irigasi tetes digunakan untuk menyuplai kebutuhan unsur hara dari air nutrisi yang disiram ke tanaman menggunakan Hidroponik NFT (Nutrien Film Technique). Kata “film“ dalam hidroponik nutrien film technique menunjukkan aliran air tipis. Hidroponik ini hanya menggunakan aliran air (nutrien) sebagai medianya. NFT merupakan model budidaya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal.

4. limbah

a. Pengertian Limbah

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis.⁵ Limbah merupakan salah satu penyebab pencemaran lingkungan yang membawa dampak buruk bagi kesehatan masyarakat. Limbah digolongkan kedalam dua kelompok yaitu limbah rumah tangga dan limbah industri.

1. Limbah Rumah Tangga

Limbah rumah tangga (limbah domestik) adalah semua limbah yang berasal dari kamar mandi, WC, dapur, tempat cuci pakaian, apotik rumah sakit, dan sebagainya, yang secara kuantitatif terdiri atas bahan organik,

⁵ Philip Kristanto., *Ekologi Industri Edisi Kedua*, (Yogyakarta: Andi Offset, 2013), h. 227.

baik padat maupun cair, bahan berbahaya (B3), garam terlarut, lemak dan bakteri.⁶

2. Limbah Industri

Limbah industri merupakan hasil produksi aktifitas industri (pabrik). Industri yang tergolong dalam rumah tangga, seperti industri pembuatan tahu dan industri perkayuan, menghasilkan limbah-limbah organik yang merupakan sisa hasil proses produksi. Limbah organik tersebut sebenarnya dapat dimanfaatkan kembali agar tidak mencemari lingkungan. Salah satu alternatifnya ialah diolah sebagai bahan baku kompos.⁷

b. Limbah Tahu

Tahu merupakan salah satu produk olahan biji kedelai yang telah lama dikenal banyak masyarakat, harganya murah dan mudah didapat. Kedelai sebagai bahan dasar pembuatan tahu merupakan salah satu jenis tumbuh-tumbuhan yang banyak mengandung protein dan kalori serta mengandung vitamin B dan kaya akan mineral. Pada dasarnya tahu adalah endapan protein dari sari kedelai panas yang menggunakan bahan penggumpal. Pada waktu pengendapan tidak semua mengendap, dengan demikian sisa protein yang tidak tergumpal dan zat-zat lain yang larut dalam air akan terdapat dalam limbah cair tahu yang dihasilkan.⁸

Limbah tahu dibagi atas 2 yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah yang keluar dari proses pembuatan tahu terdiri limbah padat yang keluar dari tahap penyaringan, serta limbah cair dari proses perendaman, pencucian,

⁶ *Ibid* h. 97.

⁷ Untung Suwahyono., *Cara Cepat Buat Kompos Dari Limbah*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2014), h. 17.

⁸ Nur Rahmah., *Studi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Untuk Pupuk Cair Tanaman* (Studi Kasus Pabrik Tahu Kejeran), 2012, h. 1.

penggumpalan, dan percetakan.⁹ Industri pabrik tahu dalam proses produksinya menghasilkan limbah cair yang masih banyak unsur-unsur organik, dimana unsur organik itu mudah membusuk dan mengeluarkan bau yang kurang sedap sehingga selain mencemari air juga dapat mencemari udara sekitar produksi pabrik tersebut.¹⁰

c. Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu merupakan air sisa penggumpalan tahu yang dihasilkan selama proses pembuatan tahu. Limbah cair tahu banyak mengandung bahan-bahan organik sehingga berpotensi sebagai pupuk organik.¹¹ Limbah cair industri tahu juga mengandung bahan-bahan organik kompleks yang tinggi terutama protein dan asam-asam amino dalam bentuk padatan tersuspensi maupun terlarut (EMDI – Bapedal, 1994). Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair industri tahu rata-rata mengandung Biological Oxygen Demand (BOD) 4583 mg/liter, Chemical Oxygen Demand (COD) 7050 mg/liter dan Total Solid Suspension (TSS) 4743 mg/liter dan minyak atau lemak 26 mg/liter yang tinggi (Tay, 1990; BPPT, 1997) yang apabila dibuang ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran. Limbah cair tahu mengandung zat-zat seperti protein, kalori, lemak, dan karbohidrat. Bahan-bahan organik tersebut dapat didaur ulang oleh mikroba, sehingga menjadi unsur

⁹ Mujiatul Makiyah, Dkk., Analisis Kadar Npk Pupuk Cair Limbah Tahu Dengan Penambahan Tanaman *Thitonia Diversifolia*, Indonesian *Journal Of Chemical Science* No.4 Vol. 1, 2015, h. 21.

¹⁰ *Ibid*, h.23

¹¹ Siti Ngaisah., Pengaruh Kombinasi Limbah Cair Tahu Dan Kompos Sampah Organik Rumah Tangga Pada Pertumbuhan Dan Hasil Panen Kailan (*Brassica oleracea* Var. *Achepala*), *Jurnal Biologi Fakultas SAINTEK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*, 2012, h. 1

hara potensial untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kandungan unsur - unsur dalam 100 ml limbah cair tahu¹² dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Kandungan unsur unsur dalam 100 ml limbah cair tahu

Unsur	Konsetrasi
air	4,9 g
Protein	17,4 g
Kalsium	19 mg
Fosfor	29 mg
Besi	4 mg
protein	40-60%
Karbohidrat	20-50%
Lemak	10%

Sumber: *Netty Demak (2015)*

Bahan-bahan organik seperti protein dan asam amino merupakan bahan organik yang paling banyak terkandung dalam limbah cair tahu. Adanya senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair tahu mengandung BOD, COD, dan TSS yang tinggi. Gas –gas yang biasa ditemukan dalam limbah cair tahu, adalah oksogen, hydrogen sulfide, ammonia, karbondioksida dan metana. Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat dalam limbah cair tersebut. Limbah cair tahu mengandung bahan organik berupa protein

¹² Netty Demak., *Perbandingan Antara Pemberian Limbah Cair Tahu Dengan Limbah Teh Basi Terhadap Laju Pertumbuhan Tanaman Spathiphyllum Floribundum*, Prosiding Seminar Pendidikan Biologi, 2015, h. 472

yang dapat terdegradasi menjadi bahan anorganik. Degradasi bahan organik melalui proses oksidasi secara aerob akan menghasilkan senyawa-senyawa yang lebih stabil. Dekomposisi bahan anorganik pada dasarnya melalui dua tahap yaitu bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Bahan anorganik yang tidak stabil mengalami oksidasi menjadi bahan anorganik yang stabil, misalnya ammonia mengalami oksidasi menjadi nitrit dan nitrat.

5. Deskripsi Tanaman Kangkung

Kangkung berasal dari India yang kemudian menyebar ke Malaysia, Burma, Indonesia, China Selatan, Australia dan bagian negara Afrika. Kangkung termasuk ke dalam famili convolvulaceae atau kangkung-kangkungan dengan ciri-ciri batangnya kecil, bulat panjang, bagian dalamnya berlubang, dan bergetah. Selain itu, kangkung merupakan sumber vitamin A, vitamin C dan mineral seperti zat besi, kalsium, kalium, dan fosfor (Nazaruddin, 2003). Kangkung (*Ipomoea* sp.) dapat ditanam di dataran rendah dan dataran tinggi. Kangkung merupakan jenis tanaman sayuran daun, termasuk ke dalam famili Convolvaceae. Daun kangkung panjang berwarna hijau keputih-putihan merupakan sumber vitamin pro vitamin A. Berdasarkan tempat tumbuh, kangkung dibedakan menjadi dua macam yaitu kangkung darat dan kangkung air.¹³

Terdiri dari 2 macam kangkung yang memiliki data botanis berikut.

1. *Ipomoea aquatica* var. *reptans* Poir

¹³ Syafri Edi dan Julistia Bobihoe, *Budidaya Tanaman Sayuran* (Jambi: Balai Pengkaji Teknologi, 2010).h.8

Biasa disebut dengan kangkung darat, atau bentuk darat. Daunnya kecil-kecil runcing dan rupanya cantik menarik dibandingkan dengan kangkung air, dan warnanya hijau keputih-putihan. Pada umumnya jenis kangkung darat yang dikenal adalah Sutera, Sukabumi, Bangkok dll. Jenis kangkung ini terutama jenis Bangkok lebih disukai konsumen dengan harga yang relatif lebih mahal daripada kangkung air.



Gambar 2.6 kangkung darat

2. *Ipomoea aquatica* var. *aquatica* Forsk.

Biasa disebut dengan kangkung air atau bentuk air atau kangkung akuatik. Kedua bentuk kangkung ini mempunyai bunga yang putih, pink atau merah ungu yang dibentuk pada bagian aksil daun. Bentuk bunganya mirip dengan *Ipomoea batatas* (ubi jalar) berbentuk lonceng, mahkota bunga (corolla)-nya berdiameter hingga 5 cm.¹⁴

¹⁴ Anna Laksanawati H. Dibyantoro, "Rampai - Rampai Kangkung". (Balai Penelitian Tanaman Sayuran Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hortikultura Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian, Bandung, 1996), h.2-3



Gambar 2.7 kangkung air

Tanaman kangkung darat diklasifikasikan sebagai berikut:



Kingdom	:Plantae (tumbuhan)
Divisio	:Magnoliophyta (berbunga)
Kelas	:Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)
Ordo	:Solanales
Familia	:Convolvuceae (kangkung-kangkungan)
Genus	: <i>Ipomea</i>
Spesies	: <i>Ipomea reptans</i> Poir

a. Morfologi Kangkung

Kangkung merupakan jenis tanaman hijau yang memiliki akar, batang, daun, bunga, buah dan biji.

1. Akar

Secara anatomi, akar terdiri dari jaringan utama berupa xilem dan floem. Jaringan xilem bertugas untuk menyerap air, sedangkan jaringan floem bertugas menyerap unsur hara. Secara morfologi, akar merupakan salah satu cara yang

paling mudah membedakan akar tumbuhan monokotil dan dikotil, yang dikenal dengan akar tunggang dan akar serabut.¹⁵ Kangkung memiliki perakaran tunggang yang banyak akar sampingnya. Akar tunggang tumbuh dari batangnya yang berongga dan berbuku-buku.



Gambar 2.8 Akar kangkung darat

2. Batang

Batang memiliki nama ilmiah yaitu *caulis*. Batang berfungsi memperkokoh berdirinya tumbuhan, sebagai jalur transportasi air dan unsur hara tumbuhan dari akar ke daun. Pada batang terdapat buku-buku yang dikenal nama ilmiah *nodus*.¹⁶ Batang kangkung bulat dan berlubang berbuku-buku. Kangkung darat memiliki batang berwarna putih kehijau-hijauan.

¹⁵ Dewi Rosanti, *Morfologi Tumbuhan* (Jakarta: Erlangga, 2013).h.1-2

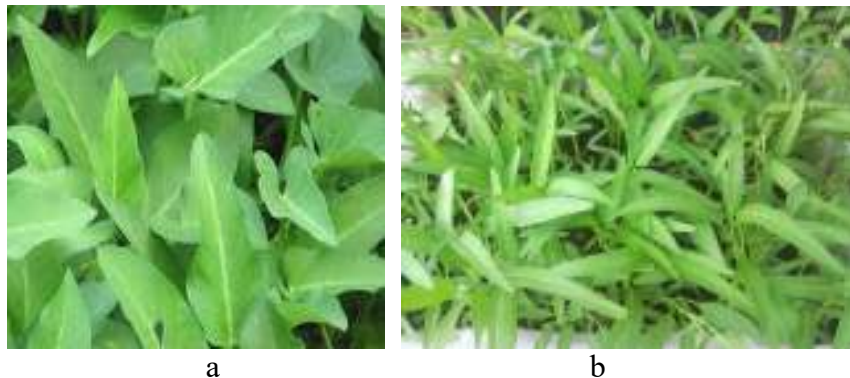
¹⁶ *Ibid.* h.3



Gambar 2.9 batang kangkung

3. Daun

Tangkai daun melekat pada buku-buku batang dan ketiak daunnya terdapat mata tunas yang dapat tumbuh menjadi percabangan baru. Bentuk daun kangkung darat lebih kecil dan panjang dari kangkung air.



Gambar 2.10 daun kangkung air (a), daun kangkung darat (b)

4. Bunga, buah dan biji

Selama fase pertumbuhannya, tanaman kangkung dapat berbunga, berbuah dan berbiji, terutama jenis kangkung darat. Bentuk bunga seperti terompet dan daun mahkota bunga berwarna putih. Buah kangkung berbentuk bulat telur yang didalamnya berisi tiga butir biji. Bentuk biji kangkung bersegi-segi atau agak bulat, berwarna coklat atau kehitam-hitaman dan termasuk biji berkeping dua. Pada jenis kangkung darat biji berfungsi sebagai alat perbanyakan tanaman secara generatif.



Gambar 2.11 bunga kangkung (a), buah kangkung (b)

b. Kandungan Nutrisi Kangkung

Dalam 100 gram bagian kangkung yang bisa dimakan kangkung mengandung 6300 mg vitamin A, 32 mg vitamin C, 2,5 mg zat besi, 3 gram protein, 75 mg kalsium, dan 50 mg fosfor .

c. Manfaat Tanaman Kangkung

Bagian tanaman kangkung yang paling penting adalah batang muda dan pucuk-pucuknya sebagai bahan sayur-mayur. Kangkung selain rasanya enak juga memiliki kandungan gizi cukup tinggi, mengandung vitamin A, B dan vitamin C serta bahan-bahan mineral terutama zat besi yang berguna bagi pertumbuhan badan dan kesehatan. Disamping itu hewan juga menyukai kangkung bila dicampur dalam makanan ayam, itik, sapi, dan kelinci.

Seorang pakar kesehatan Filipina: Herminia de Guzman Ladion memasukkan kangkung dalam kelompok "Tanaman Penyembuh Ajaib", sebab

berkhasiat untuk penyembuh penyakit "sembelit" juga sebagai obat yang sedang "diet". Selain itu, akar kangkung berguna untuk obat penyakit "wasir".¹⁷

6. Unsur Hara Esensial Tanaman

Beraneka ragam unsur dapat ditemukan di dalam tubuh tumbuhan, tetapi tidak berarti bahwa seluruh unsur-unsur tersebut dibutuhkan tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya. Beberapa unsur yang ditemukan di dalam tubuh tumbuhan malah dapat mengganggu metabolisme atau meracuni tumbuhan, sebagai contoh adalah beberapa jenis logam berat seperti Al, Cd, Ag, dan Pb. Suatu unsur dikatakan esensial bagi tumbuhan adalah jika:

1. Tumbuhan tidak dapat melengkapi daur hidupnya (sampai menghasilkan biji yang dapat tumbuh) apabila unsur tersebut tidak tersedia.
2. Unsur tersebut merupakan penyusun suatu molekul atau bagian tumbuhan yang esensial bagi kelangsungan hidup tumbuhan tersebut. Misalnya N sebagai penyusun protein dan Mg sebagai penyusun klorofil.

Berdasarkan kriteria di atas, maka didapatkan ada 16 unsur hara esensial tumbuhan. Daftar unsur hara esensial tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2. Sebagian besar unsur hara esensial diperoleh tumbuhan dari dalam tanah, yakni sebanyak 13 jenis. Tiga lainnya yakni C, H, dan O berasal dari udara atau air.

¹⁷ Kangkung (*Ipomea reptans*), (on-line), tersedia di: <https://www.google.com/search?q=google&ie=utf-8&oe=utf8&client=firefox-b#q=manfaat+kangkung+darat+pdf>. (diakses pada 15 maret 2018)

Tabel 2.2 Unsur hara esensial untuk tumbuhan tingkat tinggi dan konsentrasi internal yang dianggap berkecukupan.

Unsur	Simbol	Bentuk tersedia	Berat atom	Konsentrasi (ppm)	Berkecukupan (%)
Karbon	C	CO ₂	12,01	450.000	45,0
Hydrogen	H	H ₂ O	1,01	450.000	45,0
Oksigen	O	O ₂ , H ₂ O	16,00	60.000	6,0
Nitrogen	N	NO ³⁻ , NH ⁴⁺	14,01	15.000	1,5
Kalium	K	K ⁺	39,10	10.000	1,0
Kalsium	Ca	Ca ²⁺	40,08	5.000	0,5
Magnesium	Mg	Mg ²⁺	24,32	2.000	0,2
Fosfor	P	H ₂ PO ⁴⁻ , HPO ²⁻	30,98	2.000	0,2
Belerang	S	SO ₄	32,07	1.000	0,1
Khlor	Cl	Cl ⁻	35,46	100	0,01
Besi	Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	55,85	100	0,01
Mangan	Mn	Mn ²⁺	54,94	50	0,005
Baron	B	H ₃ BO ₃	10,82	20	0,002
Seng	Zn	Zn ²⁺	65,38	20	0,002
Tembaga	Cu	Cu ²⁺	63,54	6	0,0006
Molybdenum	Mo	MoO ₄ ²⁻	95,95	0,1	0,00001

Sumber: Modifikasi dari salisbury dan Ross (1985)

Berdasarkan perbedaan konsentrasinya yang dianggap berkecukupan dalam jaringan tumbuhan, maka unsur hara esensial dibedakan menjadi unsur makro dan unsur mikro. Yang tergolong unsur makro adalah unsur esensial dengan konsentrasi 0,1% (1000 ppm) atau lebih, sedangkan unsur dengan

konsentrasi kurang dari 0,1% tergolong sebagai unsur mikro. Berdasarkan batasan ini maka tergolong unsur makro adalah C, H, O, N, P, K, Ca, Mg dan S. Unsur-unsur Cl, Fe, B, Mn, Zn, Cu, dan Mo tergolong unsur mikro. Pada konsentrasi yang terlalu tinggi, unsur hara esensial dapat juga menyebabkan keracunan bagi tumbuhan. Jadi bukan hanya logam berat yang dapat meracuni tumbuhan.¹⁸

Tabel 2.3 Penggolongan Unsur Hara Tanaman.

Golongan	Esensial		Non esensial	
	utama	kedua	Menaikan produksi	Tidak menaikan produksi
Makro	N, P, K	Ca, Mg, S	Na	Si, V
Mikro	Fe, Mn, Zn, B, Cu	Mo, Co, Cl	Al, I	Ar, Ba, Be, Bi, Br, Rb, pt, Sr, Se

Sumber: Davidescu & Davidescu (1988)

Fungsi unsur hara esensial baik unsur makro maupun mikro bagi tanaman adalah sebagai berikut:

1. Unsur makro

Unsur hara makro adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak. Ada enam unsur hara makro yaitu:

¹⁸ Benyamin Lakitan, Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan (Jakarta: Rajawali Pers, 2011).h.63-67

a. Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama penunjang pertumbuhan vegetatif tanaman. Unsur ini berperan dalam pembentukan sel dan jaringan di dalam tanaman, seperti akar, batang, daun, dan awal pembentukan bunga. Dengan adanya nitrogen, daun akan menjalankan fungsinya dengan baik dalam proses fotosintesis. Hasil fotosintesis yang sempurna akan berpengaruh pada pertumbuhan daun, jumlah daun lebih banyak, helaian lebar, dan tampak mengkilap.

b. Fosfor

Fosfor dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif, seperti pembentukan akar (terutama tanaman muda), pembentukan inti sel dan pembelahan sel, merangsang pembungaan, pembentukan biji, serta memperkuat daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit. Pertumbuhan akar juga sangat dipengaruhi oleh ketersediaan fosfor. Jumlah akar yang banyak membuat tanaman dapat menyerap air beserta unsur hara lebih banyak.

c. Kalium (K)

Kalium berperan memperlancar semua proses yang terjadi di dalam tanaman. Kalium akan memperkuat jaringan sehingga daun, bunga, dan buah tidak mudah rontok. Selain itu kalium juga berperan dalam pembentukan protein dan pembelahan sel. Peran kalium dapat terlihat pada pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti ketegaran batang, warna daun, dan jumlah serabut akar yang banyak.

d. Kalsium (Ca)

Bagi tanaman, kalsium berperan dalam mengatur dan merawat dinding sel. Kalsium terakumulasi pada bagian jaringan tanaman yang tua. Zat kapur ini banyak terdapat pada daun dan batang sebagai penyusun sel. Fungsi utamanya adalah substansi perekat, pengatur permeabilitas dalam sel, dan sangat esensial pada cairan sel.

e. Magnesium (Mg)

Magnesium bertugas membentuk klorofil dan butir hijau daun. Unsur ini sangat diperlukan agar fotosintesis berjalan dengan lancar.

f. Sulfur (S)

Seperti pada fosfor dan kalium, sulfur (belerang) juga berperan dalam proses sintesis protein, memperkuat protoplasma untuk daya tahan terhadap kekeringan dan hawa dingin.

2. Unsur mikro

Unsur mikro dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit. Namun, unsur ini harus selalu tersedia didalam jaringan tanaman.

a. Besi (Fe)

Kehadiran besi dalam tanaman tidak boleh dianggap enteng sebab tanaman yang tidak mengandung besi menyebabkan tanaman hidup merana. Fungsi utamanya sebagai penyusun enzim-enzim aktif dalam fotosintesis dan respirasi. Enzim sitokrom, katalase, dipeptidase, peroksidase, dan sebagainya mempunyai peranan penting sebagai katalisator reduksi-oksidasi. Kekurangan Fe akan mengakibatkan pengurangan aktivitas semua enzim tersebut selain juga

terjadi penimbunan nitrat atau sulfat dalam jaringan tanaman. Gejala defisiensi Fe mula-mula timbul pada daun muda, kemudian berkembang pada lembaran antara tulang daun dan akhirnya seluruh daun. Warna daun menjadi kekuningan sedangkan warna tulang daun menjadi lebih gelap.¹⁹ Pada kasus yang parah, daun muda bahkan memutih dengan bercak nekrosis. Belum diketahui dengan jelas mengapa kekurangan besi dengan cepat menghambat pembentukan klorofil, tapi dua atau tiga macam enzim yang mengkatalisis reaksi tertentu dalam sintesis klorofil tampaknya memerlukan Fe^{2+} . Besi bersifat esensial karena merupakan bagian dari enzim tertentu, dan bagian dari berbagai protein yang membawa elektron dalam fotosintesis dan respirasi. Besi mengalami oksidasi dan reduksi antara Fe^{2+} dan Fe^{3+} karena ia berlaku sebagai pembawa elektron dalam protein.²⁰

b. Boron (B)

Boron berperan dalam pertumbuhan tanaman untuk mengangkut karbohidrat dari daun ke bagian jaringan lain. Boron juga berperan dalam pembelahan sel sehingga bagian-bagian tanaman dapat tumbuh aktif. Pada fase generatif, boron sangat mempengaruhi perkembangan serbuk sari.

c. Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan salah satu bahan pembentuk hijau daun (klorofil). Unsur ini berperan dalam proses metabolisme protein dan karbohidrat.

d. Mangan (Mn)

Fungsi mangan sebagai aktivator pada beberapa enzim untuk memperlancar asimilasi.

¹⁹ Afandie Rosmarkam, “Ilmu kesuburan tanah”(Yogyakarta: PTkanisius,2002).h.73-75.

²⁰ Frank Salisbury, Fisiologi Tumbuhan (Bandung: Penerbit ITB, 1995).,h.146.

e. Seng (Zn)

Seng berfungsi untuk membentuk hormon tubuh. Disamping itu, seng juga membantu pertumbuhan daun dan pembentukan klorofil.

f. Klor (Cl)

Klor dibutuhkan tanaman pada fase generatif. Klor sangat penting untuk mengeluarkan oksigen dari hasil fotosintesis. Ada dua jenis pupuk yang dijual dipasaran yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik diperoleh dari hasil dekomposisi bahan alami, seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos. Sementara pupuk anorganik merupakan pupuk buatan pabrik dari bahan kimia dengan kandungan unsur-unsur hara tertentu. Berdasarkan kandungan unsur haranya, dikenal pupuk tunggal dan pupuk majemuk.²¹ Pupuk tunggal mengandung hanya satu unsur, sedangkan pupuk majemuk paling tidak mengandung dua unsur yang diperlukan seperti pada pengelompokan jenis dari pupuk kimia.²²

7. Penyerapan Besi (Fe) Oleh Tanaman

Hara diserap tanaman dalam bentuk ion bermuatan positif dan bermuatan negatif.²⁸ Beberapa unsur dengan mudah ditranslokasikan dari daun tua ke daun muda dan organ penampung seperti organ reproduksi atau umbi. Unsur-unsur tersebut adalah nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, klor dan belerang. Sedangkan kelompok unsur lainnya lebih sulit untuk ditranslokasikan misalnya boron, besi dan kalsium. Mobilitas unsur seng, tembaga, mangan dan molibdenum

²¹ N.S Budiana, "Memupuk Tanaman Hias" (Jakarta: Penebar Swadaya, 2008), h. 5

²² Panji Nugroho, "Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair" (Jakarta: Pustaka Baru Press), h.33

tergolong sedang. Unsur unsur yang mudah ditranslokasikan, gejala kekurangannya pertama kali terlihat pada daun-daun tua, dan sebaliknya untuk unsur-unsur yang sulit ditranslokasikan, gejala kekurangan mula-mula tampak pada daun-daun muda.²³ Tanaman membutuhkan Fe (Iron) yang memainkan peranan penting dalam reaksi respirasi dan fotosintesis.

Defisiensi Fe mengakibatkan penurunan pembentukan klorofil yang dicirikan oleh klorosis antar tulang daun dengan perbedaan yang jelas antara area klorosis dan tulang daun pada daun muda. Daun dengan defisiensi Fe sering menunjukkan klorosis pada antar tulang daun yang menghasilkan jejaring warna hijau. Dengan tingkat defisiensi yang semakin tinggi, seluruh daun akan nampak kuning-memutih yang kemudian berubah menjadi nekrosis.²⁴

Besi merupakan unsur mikro yang diserap dalam bentuk ion feri (Fe^{3+}) ataupun fero (Fe^{2+}). Fe dan unsur mikro lainnya dapat diserap dalam bentuk khelat (ikatan logam dengan bahan organik). Fe dalam tanaman sekitar 80% yang terdapat dalam kloroplas atau sitoplasma.²⁵ Secara umum tanaman mengambil besi dalam bentuk ion Fe^{2+} dari alam, tetapi ketersediaan besi di alam dalam bentuk ion Fe^{3+} . Oleh karena itu ion Fe^{3+} harus direduksi lebih dahulu menjadi ferro (Fe^{2+}), agar dapat berasosiasi dengan suatu senyawa faktor.²⁶

²³ Budiana, *Op cit.* h 22

²⁴ Sitompul, "Nutrisi Tanaman: Diagnosis Defisiensi Nutrisi Tanaman," Modul, 2015.,h,6-12.

²⁵ Rosmarkam, *Op Cit*,h.71-72

²⁶ Tempomona Yosep, "Fotoreduksi Besi Fe^{3+} Menggunakan Ekstrak Limbah Daun, Kulit, dan Cangkang Biji Pala (*Myristica fragrans*)", 2015, jurnal MIPA UNSRAT, Vol.4,No.1,(2015)

Ada dua strategi umum penyerapan besi oleh angiospermae (ditelaah oleh Maschner dkk, 1986; Romheld, 1987; Brown dan Jolley, 1988; Bienfait, 1988; Longnecker, 1988). Strategi 1, yang didapati pada dikotil dan monokotil, meliputi pelepasan ligand serupa fenol, misalnya asam kafeat. Ligand ini terutama mengkelat Fe^{3+} , lalu besi terkelat ini bergerak ke permukaan akar, tempat Fe^{3+} direduksi menjadi Fe^{2+} , meskipun masih dalam bentuk kelat. Secara bersamaan, akar tumbuhan kahat besi dari jenis strategi 1 ini lebih cepat membentuk zat pereduksi yang melakukan proses reduksi itu. Reduksi menyebabkan lepasnya Fe^{2+} dari ligand dan Fe^{2+} segera diserap. Tumbuhan strategi II, sejauh yang diketahui, ditemui hanya pada rerumputan, termasuk tanaman serelia berbulir. Tumbuhan jenis ini menanggapi keadaan rawan kahat besi dengan cara membentuk dan melepaskan ligand kuat untuk mengkelat Fe^{3+} secara khusus. Ligand itu disebut sideroferos.²⁷

8. Elektrolisis

Pada umumnya koloid padat menyerap ion sehingga akan bermuatan listrik. Partikel koloid yang bermuatan akan tolak menolak sesamanya. Akibatnya, koloid akan stabil dan tidak terkoagulasi. Contohnya adalah koloid $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ dapat distabilkan dengan ion Fe^{3+} , karena menyerap ion tersebut.²⁸ Sel elektrokimia adalah sel yang menghasilkan transfer bentuk energi listrik menjadi energi kimia atau sebaliknya melalui saling interaksi antara arus listrik dan reaksi redoks.

²⁷ Salisbury, Op. cit, h.141

²⁸ S Syukri, *Kimia Dasar 2* (Bandung: ITB, 1999), h.454-463

Terdapat dua macam sel elektrokimia yaitu sel volta atau sel Galvani dan sel elektrolisis.

Elektrolisis berbeda dengan reaksi redoks spontan, yang berakibat pada konversi bahan kimia energi menjadi energi listrik, elektrolisis adalah proses dimana energi listrik digunakan menyebabkan reaksi kimia nonspontaneous terjadi.²⁹ Logam reaktif dalam anoda tembaga, seperti besi dan seng, juga teroksidasi pada anoda dan memasuki larutan sebagai ion Fe^{2+} dan Zn^{2+} . Namun keduanya tidak tereduksi pada katoda. Pada akhirnya sewaktu logam besi larut, logam-logam ini jatuh ke dasar sel. Jadi hasil bersih dari elektrolisis ini adalah Fe^{2+} .³⁰

Produk elektrolisis umumnya bisa diperkirakan dengan membandingkan potensi reduksi terkait dengan kemungkinan oksidasi dan reduksi. Elektroda dalam sel elektrolitik dapat aktif, artinya elektroda bisa dilibatkan dalam reaksi elektrolisis. Media pembawa arus di dalam sel elektrolit bisa berupa garam cair atau elektrolit larutan.³¹

Pada larutan atau leburan elektrolit yang akan di elektrolisis, dicelupkan dua buah batang yang bertindak sebagai elektroda-elektroda, masing-masing sebagai katoda dan anoda. Proses reduksi terjadi di katoda dan oksidasi akan terjadi di anoda. Kedua elektroda itu dihubungkan dengan sumber arus listrik. Kemudian arus listrik masuk kedalam larutan melalui elektroda sehingga terjadi reaksi redoks. Pada larutan elektrolit terdapat kation (ion positif) dan anion (ion negatif) yang berasal dari ionisasi elektrolit. Jika arus listrik di alirkan ke dalam larutan,

²⁹ Raymond Chang, *Chemistry 10th Edition, 10th Editi* (Thomas D. Timp, 2010).

³⁰ Raymond Chang, *Kimia Dasar Jilid 2* (Jakarta: Erlangga, 2005), h.224-225

³¹ Theodore L Brown dan Et.al, *Chemistry* (America: Pearson Prentice Hall, 2009), h.882

maka kation akan mengalami reduksi dengan menangkap elektron, sedangkan anion akan mengalami oksidasi dengan melepaskan elektron. Oleh karena reduksi terjadi di katoda dan oksidasi terjadi di anoda, maka kation akan menuju katoda dan anion akan menuju anoda. Jadi, dalam sel elektrolisis katoda merupakan elektroda negatif (sebab dituju oleh ion negatif) dan anoda merupakan elektroda positif.³²

Hubungan kuantitatif antara jumlah muatan listrik yang digunakan dan jumlah zat yang terlibat dalam reaksi telah dirumuskan oleh Faraday. Hal ini dapat terjadi karena melibatkan reaksi reduksi-oksidasi yang mengandalkan peran partikel bermuatan sebagai penghantar muatan listrik. Air merupakan elektrolit sangat lemah, yang dapat mengalami ionisasi menjadi ion-ion H^+ dan OH^- .



Bila elektroda yang digunakan bersifat reaktif, pada anoda akan terjadi oksidasi elektrodanya sehingga larut dalam larutan. Pada elektrolisis air murni, kation H^+ akan berkumpul di anoda dan anion OH^- akan berkumpul di katoda. Hal ini dapat dibuktikan dengan menambahkan suatu indikator ke dalam elektrolisis air, daerah anoda akan bersifat asam sedangkan daerah katoda akan bersifat basa. Muatan ion akan mengganggu aliran arus listrik lebih lanjut sehingga proses elektrolisis air murni berlangsung sangat lambat. Hal ini juga merupakan alasan mengapa air murni memiliki daya hantar arus listrik yang sangat lemah. Jika suatu elektrolit dilarutkan dalam air maka daya hantar air akan naik dengan cepat. Elektrolit akan terurai menjadi kation dan anion. Anion akan bergerak ke arah

³² Satriananda, "Penyisihan Besi (Fe) dalam Air Dengan Proses Elektrokoagulasi", Jurnal Reaksi, 7.15 (2011), 1–6.

anoda dan menetralkan muatan positif H^+ sedangkan kation akan bergerak ke arah katoda dan menetralkan muatan negatif OH^- . Hal ini menyebabkan arus listrik dapat mengalir lebih lanjut.³³

Kedua kompartemen dihubungkan dengan agar-agar sebagai jembatan garam. Pada proses elektrolisis, anode mulai rontok sehingga larutan pada kompartemen anodik berwarna kuning kecoklatan. Anode rontok karena bereaksi dengan Cl_2 . Hal ini dikarenakan semakin lama waktu elektrolisis maka konsentrasi larutan pada kompartemen anodik dan kompartemen katodik semakin pekat. Hasil utama elektrolisis adalah Fe^{2+} .³⁴

B. Kajian Penelitian Terdahulu

Banyak penelitian yang temanya sama seperti tema yang akan diangkat pada penelitian ini dari hasil penelitian yang telah dilakukan terlebih dahulu. Beberapa penelitian tersebut dapat diketahui sebagai berikut:

1. Apriyani, E.P. (2017) dalam penelitiannya tentang “pengaruh metode elektrolisis terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung” menunjukkan bahwa penggunaan metode elektrolisis memiliki pengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung. Tanaman membutuhkan unsure Fe dalam bentuk ion Fe^{2+} yang sudah bias langsung diserap oleh tanaman sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman

³³ Sana SYL., “Perilaku sel elektrolisis air dengan elektroda stainless steel”, Jurdik Kimia UNY, (2010).

³⁴ H.A.C. Moreno et al., “Electrochemistry behind Electrocoagulation using Iron Electrodes”, ECS Transactions, 6.9 (2007), 1–15 <<https://doi.org/10.1149/1.2790397>>

hidroponik kangkung. Elektrolisis menghasilkan Fe^{2+} maka metode ini diterapkan pada tanaman hidroponik kangkung.

2. Pujiastuti, J. (2012) dalam penelitiannya tentang “Pemanfaatan Air kelapa dan Limbah Cair Ampas Tahu sebagai Tambahan nutrisi Pertumbuh Cabai Hibrida (*Capsicum annum L*), menunjukkan bahwa dari hasil penelitian yang telah dilakukannya diperoleh tanaman yang memiliki rata-rata tinggi tanaman selama satu bulan adalah penyiraman dengan limbah cair ampas tahu dengan pertambahan tinggi 9,3 cm. Sedangkan tanaman yang memiliki rata-rata paling rendah adalah penyiraman dengan air kelapa dengan pertambahan tinggi 2,3 cm. Tanaman yang memiliki jumlah daun paling banyak adalah penyiraman dengan limbah cair ampas tahu dengan jumlah daun 22 helai. Jumlah daun paling sedikit adalah penyiraman dengan air kelapa dengan jumlah daun 3 helai. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penyiraman limbah cair ampas tahu memiliki pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman.
3. Roidah, I.S (2014) dalam penelitiannya tentang “Pemanfaatan Lahan dengan Menggunakan Sistem Hidroponik” menunjukkan bahwa teknologi budidaya pertanian dengan system hidroponik merupakan salah satu alternative bagi masyarakat yang mempunyai lahan terbatas sehingga dapat dijadikan sebagai sumber penghasilan dalam hal bertani sayuran dan sebagainya. Hidroponik merupakan metode bercocok tanam dengan menggunakan media tanam selain tanah,

seperti batu apaung, kerikil, pasir, sabut kelapa, potongan kayu, atau busa. Hal tersebut dilakukan karena fungsi tanah sebagai pendukung akar tanaman dan perantara larutan nutrisi dapat digantikan dengan mengalirkan atau menambah nutrisi, air, oksigen, melalui media tersebut.

Dari ketiga penelitian terdahulu yang relevan tersebut, terdapat persamaan dan perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan ini. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini berjudul “Pengaruh Ion Besi (Fe) dari Elektrolisis Air dan Limbah Cair Tahu sebagai Tambahan Nutrisi Pertumbuhan Tanaman Hidroponik Kangkung.

C. Kerangka berfikir

Air limbah tahu merupakan air sisa penggumpalan tahu yang dihasilkan selama proses pembuatan tahu. Pada saat dilakukan pengendapan tidak semua mengendap, dengan demikian sisa protein yang tidak tergumpal dan zat-zat lain yang larut dalam air akan terdapat dalam limbah cair tahu yang dihasilkan. Banyaknya limbah yang tercemar di lingkungan di karenakan meningkatnya pertambahan penduduk serta meningkatnya kebutuhan pangan. Tidak hanya hasil olahan pangan seperti tahu, tempe, kebutuhan sayuran juga sangat penting untuk dipenuhi.

Kangkung merupakan salah satu komoditas sayuran yang penting di Indonesia. Namun hingga saat ini, produksi kangkung belum mampu memenuhi kebutuhan Rendahnya pertumbuhan kangkung di Indonesia dapat disebabkan karena beberapa alasan, seperti penerapan teknologi budidaya yang masih

sederhana, ataupun karena lahan untuk bercocok tanam semakin berkurang. Mengatasi hal tersebut ditempuh berbagai cara untuk meningkatkan produktivitas tanaman kangkung dengan harapan dari lahan yang sempit dapat dihasilkan produksi yang banyak, salah satunya dengan sistem hidroponik. budidaya tanaman secara hidroponik dilakukan tanpa tanah, tetapi menggunakan larutan nutrisi sebagai sumber utama pasokan nutrisi tanaman, pada penelitian ini ditambahkan limbah cair tahu sebagai pasokan nutrisi tanaman kangkung.

Faktor terpenting yang harus dipenuhi dalam menunjang keberhasilan hidroponik adalah perawatan, terutama pemberian air dan nutrisi. Pada budidaya tanaman secara hidroponik, tanaman memperoleh unsur hara dari larutan nutrisi yang dialirkan melalui media tanam. Salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman adalah zat besi. Zat besi dibutuhkan tanaman untuk membantu dalam proses fotosintesis dan penyempurnaan pertumbuhan. Oleh karena itu untuk menghasilkan zat besi yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi kangkung digunakan metode elektrolisis air yaitu penguraian energi listrik menjadi energi kimia. Elektrolisis air menghasilkan ion besi dalam bentuk Fe^{2+} yang sudah siap diserap oleh tanaman.

D. Hipotesis

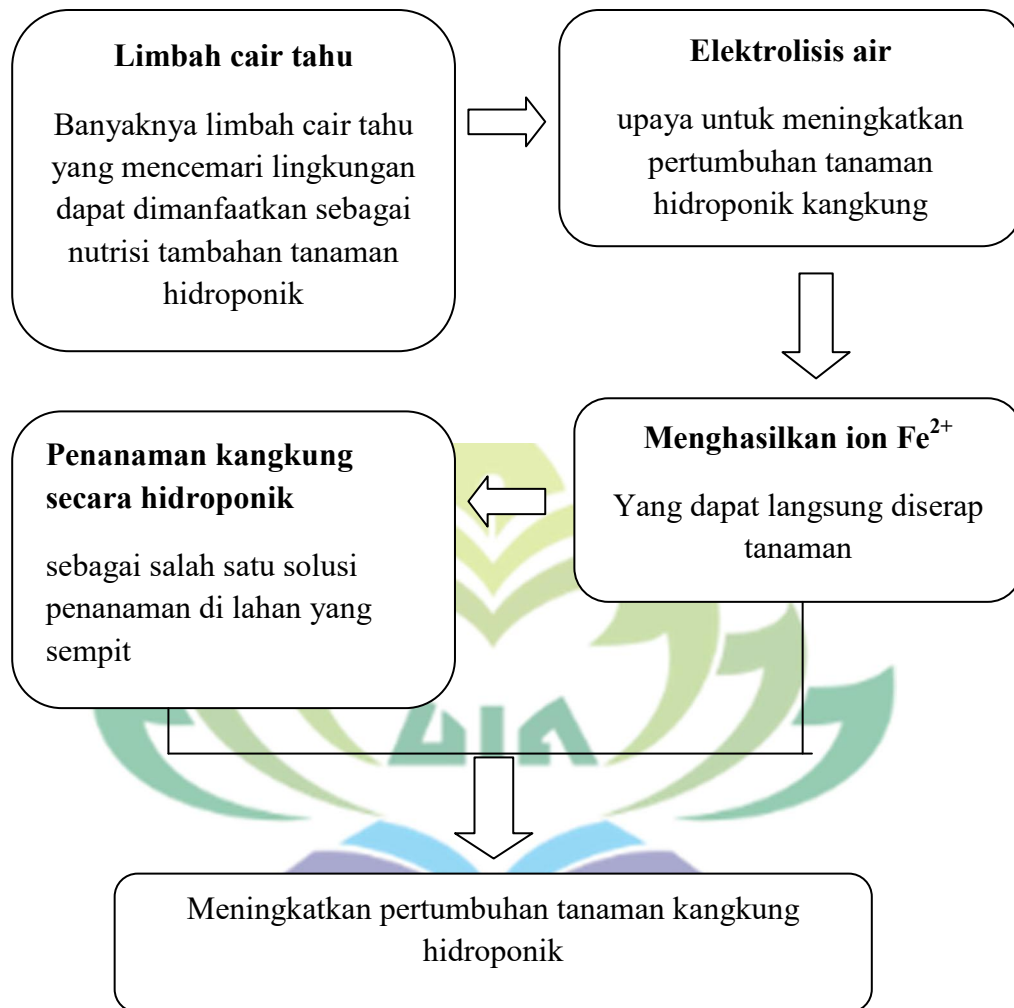
Berdasarkan landasan teori yang sudah diuraikan diatas, maka peneliti mengajukan hipotesis sebagai berikut:

H₀ : Tidak ada pengaruh ion besi dari elektrolisis air dan limbah cair tahu sebagai tambahan nutrisi pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomoea reptans poir*).

H₁ : Adanya pengaruh ion besi dari elektrolisi air dan limbah cair tahu sebagai nutrisi pertumbuhan tanaman kangkung yang signifikan pada pemberian waktu elektrolisis air menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung (*Ipomoea reptans poir*).

Adapun kerangka berpikir ini dapat lebih jelas dilihat dari bagan berikut.

Bagan kerangka berpikir



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Al Amin, Arnis En Yulia, dan Nurbaiti, “Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Untuk Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa* L.)”, *JOM FAPERTA Vol. 4 No. 2* Oktober 2017, h. 2-3
- Ali Hanafiah Kemas, 2009, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah* (Jakarta: Rajawali Per).
- Chang Raymond, 2005. *Kimia Dasar Jilid 2* (Jakarta: Erlangga)
- _____, 2010. *Chemistry 10th Edition, 10th Editi* (Thomas D. Timp)
- D Susila Anas, 2013, Modul *Dasar Dasar Hortikultura* (Bogor: IPB)
- Demak Netty, *Perbandingan Antara Pemberian Limbah Cair Tahu Dengan Limbah Teh Basi Terhadap Laju Pertumbuhan Tanaman Spathiphyllum Floribundum*, Prosiding Seminar Pendidikan Biologi, 2015.
- Dianawati Novi, “Penentuan Kadar Besi Selama Fase Pematangan Padi Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis”, *Jurnal SAINSDAN SENI ITS*, 4.2 (2015), 35–38.,H. 35–38.
- Edi Syafri Dan Julistia Bobihoe, 2010. *Budidaya Tanaman Sayuran* (Jambi: Balai Pengkaji Teknologi)
- Eka Putri Apriyani, 2017 .“Pengaruh Metode Elektrolisis Terhadap Pertumbyhan Dan Produksi Tanaman Hidroponik Kangkung”.(Skripsi Program Sarjana Pendidikan Biologi UIN Raden Intan, Lampung.
- Fachrul Arizal,Muhamad Hasbi,Abdul “Pengaruh Kadar Garam Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Air Garam Sebagai Energi Alternatif Terbarukan, ”*Jurnal Ilmiah Teknik Mesin 2*”, no. 2 (2017): h.2
- Franklin P. Gardner dkk., 1991, “*Fisiologi Tanaman Budidaya (terj. Herawati Susilo)*”, (Jakarta : UI-Press), h. 256
- Gebhardus Djugian Gelyaman” Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Bioavabilitas Besi Bagi Tumbuhan”*jurnal saintek lahan kering.vol.1,no.1,(2018),19*
- Hamli Fitriani et.all, “Respon Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Brassica Juncea* L) Secara Hidroponik Terhadap Komposisi Media Tanam Dan Konsetrasi Pupuk Media Cair”, *E-Jurnal Agrotekbis*, 3.3 (2015), 290-296
- Iip Sugiharta, et. al “Electrolysis of Water Using Iron Electrode to Boost the Growth of Hydroponic Plant of Water Spinach”. *Journal of Physics, Conf. Series* 1155 (2019) 012054. h.2

- Kristanto Philip.2013, *Ekologi Industri Edisi Kedua*, (Yogyakarta: Andi Offset)
- Lakitan Benyamin, 2011, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan* . Jakarta :Rajawali Pers
- Laksanawati H. Dibyantoro Anna, 1996. “Rampai - Rampai Kangkung”. (Balai Penelitian Tanaman Sayuran Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hortikultura Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian,Bandung)
- Makiyah Mujiatul , Dkk., Analisis Kadar Npk Pupuk Cair Limbah Tahu Dengan Penambahan Tanaman Thitonia Diversifolia, *Indonesian Journal Of Chemical Science* No.4 Vol. 1, 2015
- Mul Mulyani Sutedjo, 2002, “*Pupuk dan Cara Pemupukan*”, (Jakarta : PT. Rineka Cipta,), h. 25
- Mulyaningsih Rina, et.all, “Peningkatan Npk Pupuk Organik Cair Limbah Tahu Dengan Penambahan Tepung Tulang Ayam”, *Saintekno*, Vol. 11 No.1 Juli 2013,
- N.S Budiana, 2009. *Memupuk Tanaman Hias* (Jakarta: Penebar Swadaya).
- Ngaisah Siti., Pengaruh Kombinasi Limbah Cair Tahu Dan Kompos Sampah Organik Rumah Tangga Pada Pertumbuhan Dan Hasil Panen Kailan (Brassica Oleracea Var. Achepala), *Jurnal Biologi Fakultas SAINTEK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*, 2012, H.1
- Nugroho Panji , Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair (Jakarta: Pustaka Baru ress).
- Rhiduan Kemas, Pengolahan Limbah Cair Tahu Sebagai Energi Alternatif Biogas Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknik*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Univ. Muh Metro.2010
- Rosanti Dewi, 2013. *Morfologi Tumbuhan*. Jakarta: Erlangga
- Rosmarkam Afandie, 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah* (Yogyakarta: PT kanisius)
- S Syukri, 1999. *Kimia Dasar 2* (Bandung: ITB)
- Sakya dan Rahayu. —Pengaruh Pemberian Unsur Mikro Besi (Fe) Terhadap Kualitas Anthurium, *Jurnal Agrosains*, 12.1 (2010), 29–33.
- Salisbury,1995 . *Fisiologi Tumbuhan* (Bandung: Penerbit ITB).

Satriananda, “Penyisihan Besi (Fe) Dalam Air Dengan Proses Elektrokoagulasi”,
Jurnal Reaksi, 7.15 (2011), 1–6.

Sutejo, 1990. *Pupuk dan Cara Pemupukan* (Jakarta: Rhineka Cipta)

Syamsu Ida, “Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan System Hidroponik”
Jurnal Universitas Tulungagung, 1.2(2014), 43

Theodore L Brown Dan et.al, 2009. *Chemistry* (America: Pearson Prentice Hall).

Wasonowati, “ Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat Dengan System
Budidaya Hidroponik”ISSN 19795777 (Fakultas pertanian. Universitas
Turnojoyo Madura.), h21

Yosep Tempomona, Johnly A Rorong, Dan Audy D Wuntu, “Fotoreduksi Besi
 Fe^{3+} Menggunakan Ekstrak Limbah Daun, Kulit ,Dan Cangkang Biji Pala”,(
Myristica Fragrans) *Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE*, 4.1 (2015), 46–50.

ManfaatKangkungTersediaDi:<https://www.google.com/search?q=Google&ie=utf8&oe=utf8&client=fiefoxb#q=Manfaat+Kangkung+Darat+Pdf>.(Diakses Pada 15 Maret 2018)

